

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-020691

(43)Date of publication of application : 21.01.2000

(51)Int.CI. G06T 1/00  
H04N 1/40

(21)Application number : 10-186584

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 01.07.1998

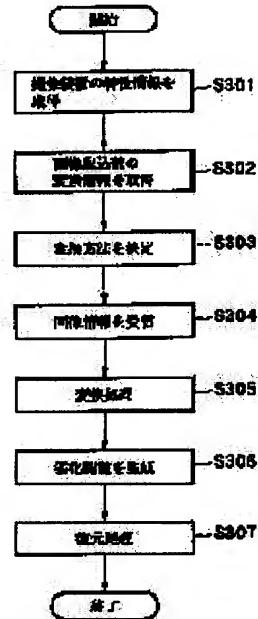
(72)Inventor : MORINO TAKASHI

## (54) IMAGE PROCESSING DEVICE AND METHOD, IMAGE-PICKUP DEVICE, CONTROL METHOD, AND STORAGE MEDIUM THEREFOR

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain a high definition restored image from a degraded image.

**SOLUTION:** Characteristics information is acquired from an image-pickup device such as a digital camera (S301), conversion information to indicate the contents of a conversion processing ( $\gamma$ -correction, color conversion, etc.), in an image capture part is acquired (S302), conversion method of an inputted image is determined, based on the pieces of information (S303) and the image is converted according to the conversion method. The conversion method to be determined is equivalent to an inverse conversion processing of the conversion processing in the image capture part and is to reconvert the inputted image, which has been converted into a nonlinear image in the image capture part, into a linear (exposure time is proportional to a pixel value) image. Next, a degradation function is generated based on the characteristics information, etc., of the image-pickup device (S306), and the restored image is generated from the image to be reconverted based on the degradation function (S307).



**\* NOTICES \***

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

**[Claim(s)]**

[Claim 1] An image processing device which restores a deteriorated image, comprising: An input means which inputs a picture which an image taking means incorporated a deteriorated image recorded on a recording medium, and performed a predetermined conversion process with an imaging device.

A processing means to process an inputted image and to generate a restoration object image in consideration of the contents of the conversion process by said image taking means, and a restoring means which restores said restoration object image and generates a picture with little degradation.

[Claim 2] The image processing device according to claim 1 having further an acquisition means which acquires conversion information which shows the contents of the conversion process by said image taking means from said image taking means.

[Claim 3] The image processing device according to claim 1, wherein said processing means processes an inputted image and generates a restoration object image in consideration of degradation pertinent information relevant to degradation of a picture in the case of an image pick-up by said imaging device besides a conversion process by said image taking means.

[Claim 4] The image processing device according to claim 3 having further an acquisition means which acquires conversion information which shows the contents of the conversion process by said image taking means, and said degradation pertinent information from said image taking means.

[Claim 5] An image processing device given in any 1 paragraph of claim 1, wherein said restoring means determines a method of restoring said restoration object image based on degradation pertinent information relevant to degradation of a picture in the case of an image pick-up by said imaging device thru/or claim 4.

[Claim 6]An image processing device given in any 1 paragraph of claim 1, wherein said restoring means determines a method of restoring said image restoration based on said conversion information and degradation pertinent information relevant to degradation of a picture in the case of an image pick-up by said imaging device thru/or claim 4.

[Claim 7]An image processing device given in any 1 paragraph of claim 3, wherein it combines said degradation pertinent information with a deteriorated image with said imaging device, it is recorded on said recording medium and read by said image taking means thru/or claim 6.

[Claim 8]An image processing device given in any 1 paragraph of claim 3, wherein said degradation pertinent information includes characteristic information of said imaging device thru/or claim 7.

[Claim 9]An image processing device given in any 1 paragraph of claim 3, wherein said degradation pertinent information contains a degradation parameter which shows physical quantity of a phenomenon leading to degradation of a picture thru/or claim 7.

[Claim 10]An image processing device given in any 1 paragraph of claim 3, wherein said degradation pertinent information includes information which specifies image pick-up conditions thru/or claim 7.

[Claim 11]An image processing device given in any 1 paragraph of claim 1, wherein said processing means contains a means to process an inputted image so that relation between a light exposure and a pixel value to linearity may become thru/or claim 10.

[Claim 12]An image processing device given in any 1 paragraph of claim 1, wherein said processing means contains a means to perform a conversion process equivalent to inverse transformation of a conversion process by said image taking means thru/or claim 10.

[Claim 13]An image processing device given in any 1 paragraph of claim 1, wherein said image taking means performs a conversion process by either of said two or more conversion methods to a deteriorated image which has two or more conversion methods which perform a mutually different conversion process, and was incorporated from said recording medium thru/or claim 12.

[Claim 14]The image processing device according to claim 13 having further a selecting means which chooses a conversion method with which a conversion process is presented among two or more conversion methods which said picture reading means has.

[Claim 15]The image processing device according to claim 14, wherein said processing means processes an inputted image in consideration of the contents of the conversion process by a conversion method with which a conversion process is presented among two or more conversion methods which said picture reading means has.

[Claim 16]The image processing device according to claim 1 having further an image processing means which performs image processing in consideration of the contents of the conversion process by said image taking means to a picture restored by said restoring means.

[Claim 17]The image processing device according to claim 1 having further an image processing means which performs image processing in consideration of degradation pertinent information relevant to degradation of the contents of the conversion process by said image taking means, and a picture in the case of an image pick-up by said imaging device to a picture restored by said restoring means.

[Claim 18]An image processing device which restores a deteriorated image, comprising: An image taking means which incorporates a deteriorated image recorded on a recording medium, and performs a predetermined conversion process with an imaging device. A processing means to process a picture in which the conversion process was carried out by said image taking means in consideration of the contents of the conversion process by said image taking means, and to generate a restoration object image, and a restoring means which restores said restoration object image and generates a picture with little degradation.

[Claim 19]An image processing device which restores a deteriorated image, comprising: An input means which inputs a deteriorated image picturized by an imaging device. A restoring means which restores a deteriorated image and generates a picture with little degradation in consideration of degradation pertinent information relevant to degradation of a picture in the case of an image pick-up by said imaging device.

[Claim 20]The image processing device according to claim 19 which combining said degradation pertinent information with a deteriorated image with said imaging device, recording it on a recording medium, and inputting by said input means.

[Claim 21]The image processing device according to claim 19 or 20, wherein said degradation pertinent information includes characteristic information of said imaging device.

[Claim 22]An image processing device given in any 1 paragraph of claim 19, wherein said degradation pertinent information contains a degradation parameter which shows physical quantity of a phenomenon leading to degradation of a picture thru/or claim 21.

[Claim 23]An image processing device given in any 1 paragraph of claim 19, wherein said degradation pertinent information includes information which specifies image pick-up conditions thru/or claim 22.

[Claim 24]An imaging device comprising:

An image recording means which records a picturized picture on a recording medium. An information storage means to record degradation pertinent information relevant to degradation of a picture in the case of an image pick-up on said recording medium.

[Claim 25]The imaging device according to claim 24, wherein said degradation pertinent information includes characteristic information of said imaging device.

[Claim 26]The imaging device according to claim 24 or 25, wherein said degradation pertinent information contains a degradation parameter which shows physical quantity of a phenomenon leading to degradation of a picture.

[Claim 27]An imaging device given in any 1 paragraph of claim 24, wherein said degradation pertinent information includes information which specifies image pick-up conditions thru/or claim 26.

[Claim 28]An image processing method which restores a deteriorated image, comprising:  
An input process which inputs a picture which an image taking means incorporated a deteriorated image recorded on a recording medium, and performed a predetermined conversion process with an imaging device.

Down stream processing which processes an inputted image and generates a restoration object image in consideration of the contents of the conversion process by said image taking means, and a restoration process which restores said restoration object image and generates a picture with little degradation.

[Claim 29]An image processing method which restores a deteriorated image, comprising:  
An input process which inputs a deteriorated image picturized by an imaging device.  
A restoration process which restores a deteriorated image and generates a picture with little degradation in consideration of degradation pertinent information relevant to degradation of a picture in the case of an image pick-up by said imaging device.

[Claim 30]A control method of an imaging device characterized by comprising the following.  
An image recording process of recording a picturized picture on a recording medium.  
An information storage process of recording degradation pertinent information relevant to degradation of a picture in the case of an image pick-up on said recording medium.

[Claim 31]A memory medium which stored an image processing program which restores a deteriorated image, comprising:

An input process as which this image processing program inputs a picture which an image taking means incorporated a deteriorated image recorded on a recording medium, and performed a predetermined conversion process with an imaging device.

Down stream processing which processes an inputted image and generates a restoration object image in consideration of the contents of the conversion process by said image taking means, and a restoration process which restores said restoration object image and generates a picture with little degradation.

[Claim 32]A memory medium which stored an image processing program which restores a

deteriorated image, comprising:

An input process as which this image processing program inputs a deteriorated image picturized by an imaging device.

A restoration process which restores a deteriorated image and generates a picture with little degradation in consideration of degradation pertinent information relevant to degradation of a picture in the case of an image pick-up by said imaging device.

[Claim 33]A memory medium which stored a program which controls an imaging device, comprising:

An image recording process of recording a picture which this program picturized on a recording medium.

An information storage process of recording degradation pertinent information relevant to degradation of a picture in the case of an image pick-up on said recording medium.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

**[Detailed Description of the Invention]****[0001]**

**[Field of the Invention]** This invention relates to an image processing device and a method for the same, an imaging device, a method for controlling the same, and a memory medium. It is related with the memory medium for controlling execution of a suitable imaging device for combination with an image processing device which restores a deteriorated image especially and a method for the same, and this image processing device, a method for controlling the same, and these methods.

**[0002]**

**[Description of the Prior Art]** A deteriorated image (for example, the Bure picture, a Japanese quince picture) is restored, and there is a technique as the technique of generating a picture with little degradation (ideal image) with the application of a Wiener filter, common inverse filter, and projection filter etc., for example. In order to apply these techniques, it is necessary to determine a degradation function first. The method of asking for analytically from physical factors, such as a photographing condition, as a method of determining this degradation function, or presuming based on the output of the measuring device (for example, acceleration sensor) with which the photographing instrument was equipped is ideal.

**[0003]** Below, a degradation function is explained. First, if  $f(x, y)$  is made into an ideal image and random noise [ in / a deteriorated image and  $h(x, y, x', y')$  can be set to a degradation function, and / for  $n(x, y)$  / in  $g(x, y)$  / an outputted image ], it will be assumed that it is a thing with the relation of (1) type.

**[0004]****[Equation 1]**

$$g(x, y) = \iint h(x, y, x', y') f(x', y') dx' dy' + n(x, y)$$

... (1)

[0005]When the image in which the point deteriorated does not exist in the position of this point except for parallel translation, a point spread function (PSF:Point Spread Function) is expressed by  $h(x-x', y-y')$ , and (1) type is rewritten like (2) types.

[0006]

[Equation 2]

$$g(x, y) = \iint h(x - x', y - y') f(x', y') dx' dy' + v(x, y)$$

... (2)

[0007](3) types will be obtained, if the Fourier transform of the both sides of (2) types is carried out and a convolution theorem is applied, when there is no noise. Here,  $G(u, v)$ ,  $F(u, v)$ , and  $H(u, v)$  are the Fourier transforms of  $g(x, y)$ ,  $f(x, y)$ , and  $h(x, y)$ , respectively.

[0008]

[Equation 3]

$$G(u, v) = H(u, v) F(u, v)$$

... (3)

[0009] $H(u, v)$  is a transfer function of the system which changes the ideal image  $f(x, y)$  into the deteriorated image  $g(x, y)$ .

[0010]Below, the degradation model in degradation (Bure) by relative movement between a camera and scenery (photographic subject) is explained as an example. Here, this relative movement is removed and the picture on the image sensor of a camera assumes in time that it is eternal. Temporarily, the total of what relative movement depends on movement of the image sensor within a flat surface, and the light exposure in one on an image sensor if approximately equal is searched for by integrating exposure time with an instant light exposure. Here, the time which opening and closing of a shutter take is assumed to be what can be disregarded. (4) types will be realized supposing it is  $x$  of respectively the displacement by alpha ( $t$ ) and beta ( $t$ ), and  $y$  ingredient. Here,  $T$  is exposure time and is carrying out the integral range to from  $t=-T/2$  to  $t=T/2$  for convenience.

[0011]

[Equation 4]

$$g(x, y) = \int_{-T/2}^{T/2} f(x - \alpha(t), y - \beta(t)) dt$$

... (4)

[0012](4) (5) types will be obtained if the Fourier transform of the both sides of a formula is carried out.

[0013]

[Equation 5]

$$G(u, v) = \int dx \int dy \exp[-j2\pi(ux + vy)] \int_{-T/2}^{T/2} dt f(x - \alpha(t), y - \beta(t)) \\ = \int_{-T/2}^{T/2} dt \int dx \int dy f(x - \alpha(t), y - \beta(t)) \exp[-j2\pi(ux + vy)]$$

... (5)

[0014] Here, if it sets with x-alpha (t) = xi and y-beta (t) = eta, (5) types will become like (6) types.

[0015]

[Equation 6]

$$G(u, v) = \int_{-T/2}^{T/2} dt \iint d\xi d\eta f(\xi, \eta) \times \exp[-j2\pi(u\xi + v\eta)] \exp[-j2\pi(\alpha(t)u + \beta(t)v)] \\ = F(u, v) \int_{-T/2}^{T/2} \exp[-j2\pi(u\alpha(t) + v\beta(t))] dt = F(u, v) H(u, v)$$

... (6)

[0016] (6) A formula shows that degradation is modeled by (3) types or (2) formulas equivalent to this. The transfer function H of this degradation (u, v) is given by (7) formulas.

[0017]

[Equation 7]

$$H(u, v) = \int_{-T/2}^{T/2} \exp[-j2\pi(u\alpha(t) + v\beta(t))] dt$$

... (7)

[0018] In this case, a point response function when Bure occurs during the time T at the fixed speed V in the angle theta direction to a x axis is given by (8) formulas.

[0019]

[Equation 8]

$$H(u, v) = \frac{\sin \pi \omega T}{\pi \omega}$$

... (8)

[0020] Here, omega is given by (9) formulas.

[0021]

[Equation 9]

$$\omega = (u - u_0)V \cos \theta + (v - v_0)V \sin \theta$$

... (9)

[0022]  $u_0$  and  $v_0$  are center coordinates of a picture. When omega is minute, it approximates with  $H(u, v) = T$ .

[0023] Similarly, a function can also express the degradation model of degradation by a Japanese quince. For example, in the distance from a central pixel, when a Japanese quince phenomenon shall meet a normal distribution principle (Gaussian), if the arbitrary parameters of  $r$  and a normal distribution principle are made into  $\sigma^2$ , the degradation function  $h(r)$  will be given by (10) formulas.

[0024]

[Equation 10]

$$h(r) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{r^2}{\sigma^2}\right)$$

... (10)

[0025] Next, restoration of the deteriorated image by an inverse filter is explained. First, the deteriorated image  $g(x, y)$  and the ideal image  $f(x, y)$  assume that it is a thing according to the model shown in (2) types. If there shall be no noise at this time, the Fourier transform of  $g(x, y)$ ,  $f(x, y)$ , PSF, and  $h(x, y)$  will fill (3) types. Here, (3) types change like (11) types.

[0026]

[Equation 11]

$$F(u, v) = G(u, v) / H(u, v)$$

... (11)

[0027] (11) From a formula, if  $H(u, v)$  is known, by multiplying Fourier transform  $G(u, v)$  of a deteriorated image by  $1/H(u, v)$ , and carrying out inverse Fourier transform of this shows that the ideal image  $f(x, y)$  can be restored. When it puts in another way, the transfer function of a filter is  $1/H(u, v)$ .

[0028] When applying (3) types, there are actually various problems. For example, when noise is taken into consideration, (2) types are rewritten like (12) types. Here,  $N(u, v)$  is the Fourier transform of  $n(x, y)$ .

[0029]

[Equation 12]

$$G(u, v) = H(u, v)F(u, v) + N(u, v)$$

... (12)

[0030] (12) If shown by the formula. When a filter ( $1/H(u, v)$ ) is made to act to the Fourier transform of a deteriorated image, it comes to be shown in (13) types.

[0031]

[Equation 13]

$$\frac{G(u, v)}{H(u, v)} = F(u, v) + \frac{N(u, v)}{H(u, v)}$$

... (13)

[0032]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]Here, the deteriorated image recorded with the digital camera is incorporated into an information processor by the image capturing part controlled by a TWAIN driver etc., and the system which restores the deteriorated image and generates an ideal image is considered. In this case, the degradation function which modeled the process of generation of a deteriorated image is determined, and it is thought by the image restoration algorithm by which a Wiener filter etc. are generally called a deconvolution that the restoration effect has the highest technique of restoring a deteriorated image.

[0033]However, since a degradation parameter (they are the direction of Bure, Bure's speed, etc. if it is degradation by Bure) required for determination, image pick-up conditions, etc. of the degradation function (exposure time, a light exposure, etc.) were not conventionally taken into consideration, the restoration effect of the deteriorated image was not enough.

[0034]Generally, in the system containing a digital camera, by the image capturing part controlled by a TWAIN driver etc., an image is captured into an information processor and it outputs to image output devices (for example, a printer, a display, etc.). Here, it is common that processing of a gamma correction, convert colors, etc. is included to image processing controlled by a TWAIN driver etc. However, a gamma correction, convert colors, etc. belong to a nonlinear system, and are contrary to the LTI (eternal on linearity and time target) system which is a premise in the above-mentioned image restoration algorithm. That is, when the deteriorated image in which a gamma correction and convert colors were made is restored, very loud noise will be superimposed on image restoration.

[0035]This invention is made in view of the above-mentioned background, and an object of this invention is to obtain high-definition image restoration from a deteriorated image.

[0036]

[Means for Solving the Problem]As for an image processing device concerning one side of this invention, this invention is characterized by that an image processing device which restores a deteriorated image comprises the following.

An input means which inputs a picture which an image taking means incorporated a deteriorated image recorded on a recording medium, and performed a predetermined conversion process with an imaging device.

A processing means to process an inputted image and to generate a restoration object image in consideration of the contents of the conversion process by said image taking means.

A restoring means which restores said restoration object image and generates a picture with little degradation.

[0037]It is [ in / the above-mentioned image processing device ] preferred to have further an acquisition means which acquires conversion information which shows the contents of the conversion process by said image taking means from said image taking means.

[0038]As for said processing means, in the above-mentioned image processing device, it is preferred to process an inputted image and to generate a restoration object image for example, in consideration of degradation pertinent information relevant to degradation of a picture in the case of an image pick-up by said imaging device besides a conversion process by said image taking means.

[0039]It is [ in / the above-mentioned image processing device ] preferred to have further an acquisition means which acquires conversion information which shows the contents of the conversion process by said image taking means, and said degradation pertinent information from said image taking means.

[0040]As for said restoring means, in the above-mentioned image processing device, it is preferred to, determine a method of restoring said restoration object image based on degradation pertinent information relevant to degradation of a picture in the case of an image pick-up by said imaging device for example.

[0041]As for said restoring means, in the above-mentioned image processing device, it is preferred to, determine a method of restoring said image restoration for example, based on said conversion information and degradation pertinent information relevant to degradation of a picture in the case of an image pick-up by said imaging device.

[0042]As for said degradation pertinent information, in the above-mentioned image processing device, it is preferred to combine with a deteriorated image with said imaging device, and for it to be recorded on said recording medium for example, and to be read by said image taking means.

[0043]As for said degradation pertinent information, in the above-mentioned image processing device, it is preferred to, include characteristic information of said imaging device for example.

[0044]As for said degradation pertinent information, in the above-mentioned image processing device, it is preferred that a degradation parameter which shows physical quantity of a phenomenon leading to degradation of a picture, for example is included.

[0045]As for said degradation pertinent information, in the above-mentioned image processing device, it is preferred to, include information which specifies image pick-up conditions for example.

[0046]As for said processing means, in the above-mentioned image processing device, it is preferred that a means to process an inputted image is included for example, so that relation between a light exposure and a pixel value to linearity may become.

[0047]As for said processing means, in the above-mentioned image processing device, it is preferred that a means to, perform a conversion process equivalent to inverse transformation

of a conversion process by said image taking means for example, is included.

[0048]As for said image taking means, in the above-mentioned image processing device, it is preferred to perform a conversion process by either of said two or more conversion methods to a deteriorated image which has two or more conversion methods which perform a conversion process which is mutually different, for example, and was incorporated from said recording medium.

[0049]It is [ in / the above-mentioned image processing device ] preferred to have further a selecting means which chooses a conversion method with which a conversion process is presented among two or more conversion methods which said picture reading means has.

[0050]As for said processing means, in the above-mentioned image processing device, it is preferred to process an inputted image in consideration of the contents of the conversion process by a conversion method with which a conversion process is presented among two or more conversion methods which said picture reading means has, for example.

[0051]It is [ in / the above-mentioned image processing device ] preferred to have further an image processing means which performs image processing in consideration of the contents of the conversion process by said image taking means to a picture restored by said restoring means.

[0052]It is [ in / the above-mentioned image processing device ] preferred to have further an image processing means which performs image processing in consideration of degradation pertinent information relevant to degradation of the contents of the conversion process by said image taking means and a picture in the case of an image pick-up by said imaging device to a picture restored by said restoring means.

[0053]As for an image processing device concerning the 2nd side of this invention, this invention is characterized by that an image processing device which restores a deteriorated image comprises the following.

An image taking means which incorporates a deteriorated image recorded on a recording medium, and performs a predetermined conversion process with an imaging device.

A processing means to process a picture in which the conversion process was carried out by said image taking means in consideration of the contents of the conversion process by said image taking means, and to generate a restoration object image.

A restoring means which restores said restoration object image and generates a picture with little degradation.

[0054]As for an image processing device concerning the 3rd side of this invention, this invention is characterized by that an image processing device which restores a deteriorated image comprises the following.

An input means which inputs a deteriorated image picturized by an imaging device.

A restoring means which restores a deteriorated image and generates a picture with little degradation in consideration of degradation pertinent information relevant to degradation of a picture in the case of an image pick-up by said imaging device.

[0055]This invention is characterized by an imaging device concerning the 4th side comprising the following.

An image recording means which records a picturized picture on a recording medium.

An information storage means to record degradation pertinent information relevant to degradation of a picture in the case of an image pick-up on said recording medium.

[0056]

[Embodiment of the Invention]Hereafter, the suitable embodiment of this invention is described.

[0057][A 1st embodiment] Drawing 1 is a figure showing the outline composition of the image processing system concerning a 1st embodiment of this invention. The imaging device 100 is a digital camera, for example, and is provided with the image pick-up part 110 and the recording medium 120.

[0058]The image pick-up part 110 comprises image sensors, such as an optical system of a lens etc., and a CCD sensor, etc., and records the picture information concerning the picturized picture on the recording medium 120, for example. The recording medium 120 comprises a hard disk, a flash memory, etc., for example.

[0059]For example the image capturing part 210 is controlled by drivers, such as a TWAIN driver, reads picture information from the recording medium 120, performs predetermined image processing to the picture concerning the picture information, and supplies it to the information processor 200.

[0060]Generally, supposing the imaging device 100 is a digital camera of a single plate, processing of color interpolation, optical amendment, etc. is also included in image processing in the image capturing part 210, for example. However, in order to simplify explanation, gray scale conversion, such as a gamma correction and convert colors, is explained as image processing in the image capturing part 210 here.

[0061]The information processor 200 restores the picture (deteriorated image) concerning the picture information supplied from the image capturing part 210 according to the directions given by the user via the input part 220 which comprises a keyboard, a mouse, etc., for example, and generates a picture with little degradation. Image restoration is saved at the Records Department 230, or is outputted to the outputting part 240, for example. As the outputting part 240, a display and a printer are preferred, for example.

[0062]Drawing 2 is a flow chart which shows the flow of operation of the image capturing part

210. Processing shown in this flow chart is performed by unillustrated CPU, for example based on the program stored in the unillustrated memory medium. First, in Step S201, the image capturing part 210 reads picture information from the recording medium 120. This picture information is the picture information of the deteriorated image which deteriorated on the occasion of an image pick-up. In Step S202, the image capturing part 210 performs a conversion process to picture information. Processing of a gamma correction, convert colors, etc. is included in this conversion process, for example. In Step S203, the image capturing part 210 transmits the changed picture information to the information processor 200.

[0063]Drawing 3 is a flow chart which shows the flow of operation of the information processor 200. Processing shown in this flow chart is performed by unillustrated CPU based on the program stored in the unillustrated memory medium.

[0064]First, in Step S301, the information processor 200 acquires the characteristic information which shows the characteristic of the imaging device 100. This characteristic information is acquirable by choosing the characteristic information of the imaging device which corresponds, for example based on the information on the model given via the input part 220 out of the characteristic information beforehand stored in the memory in the information processor 200 about the imaging device of two or more models, for example.

[0065]In Step S302, the information processor 200 acquires the conversion information which shows the contents of the conversion process in the image capturing part 210. When this conversion information installs the driver for connecting the image capturing part 210 and the information processor 210 in the information processor 200, for example, it is stored in the memory in the information processor 200.

[0066]In Step S303, the information processor 200 determines the converting method at the time of changing the picture information supplied from the image capturing part 210.

Specifically, the information processor 200 determines a converting method based on the conversion information (characteristic information acquired at Step S301 besides this conversion information if needed) acquired at Step S302. The converting method determined here is a method of changing picture information so that a light exposure and a pixel value may become proportionality, in order to secure the linearity which is a precondition of the algorithm of the restoration processing of the above-mentioned picture.

[0067]Here, a suitable converting method may be chosen by equipping the information processor 200 with the table to which the model of imaging device, the model of image capturing part, and the converting method were made to correspond, and specifying the model of imaging device, and the model of image capturing part. This converting method may be determined based on specification by a user.

[0068]As an example, the contents (converting method) of the conversion process by the side of the information processor 200 in the case of performing a gamma correction by the image

capturing part 210 side are explained. If the picture after the gamma correction according the picture (deteriorated image) outputted from the image pick-up part 110 of the imaging device 100 to  $g(x, y)$  and the image capturing part 210 is set to  $gg(x, y)$ , the picture  $gg(x, y)$  will be expressed by (13) formulas.

[0069]

[Equation 14]

$$gg(x, y) = g(x, y)^{-1/\tau}$$

... (14)

Namely, what is necessary is just to perform inverse transformation of the processing shown by (14) formulas, in order to acquire the picture which has linearity. The picture  $g(x, y)$  is renewable from the picture  $gg(x, y)$  by this inverse transformation.

[0070]In a case where color correction is performed by the image capturing part 210 side, a picture which has linearity can be acquired by performing inverse transformation of conversion by this color correction by the information processor 200 side. What is necessary is just to perform inverse transformation of conversion by this gamma correction, and inverse transformation of conversion by this color correction in the image capturing part 200 side, in performing both sides of gamma correction and color correction by the image capturing part 210 side with a natural thing. About processing of those other than gray scale conversion, such as color interpolation, it is not necessary to take into consideration.

[0071]As mentioned above, in Step S303, a converting method equivalent to inverse transformation of a conversion process by the image capturing part 210 is determined, for example.

[0072]In Step S304, the information processor 200 receives picture information from the image capturing part 210. In Step S305, picture information concerning reception is changed in accordance with a converting method determined at Step S303.

[0073]In Step S306, the degradation function  $H(u, v)$  is generated based on characteristic information of the imaging device 100 acquired at Step S301. A degradation function is explained in a column of a Prior art.

[0074]In Step S307, the picture  $f$  without degradation  $(x, y)$  is reproduced based on the degradation function  $H(u, v)$  generated at Step S306 from picture information (picture  $g(x, y)$ ) changed at Step S305. The picture  $f$  with little degradation  $(x, y)$  can be restored by multiplying Fourier transform  $G(u, v)$  of the picture  $g(x, y)$  by  $1/H(u, v)$ , specifically asking for Fourier transform  $F(u, v)$  of the picture  $f(x, y)$ , and carrying out Fourier inverse transform of the  $F(u, v)$ .

[0075][A 2nd embodiment] Drawing 4 is a figure showing outline composition of an image processing system concerning a 2nd embodiment of this invention. The same numerals are

given to the same component as a component of an image processing device concerning a 1st embodiment, and explanation is omitted.

[0076]As two or more converters, the image capturing part 210 concerning this embodiment can be provided with the 1st converter 211 and the 2nd converter 212, and can switch a converter used when changing picture information read from the recording medium 120. This change may be performed according to directions given by user via a final controlling element with which the image capturing part 210 was equipped, for example, and may be performed according to directions from the information processor 200.

[0077]Here, the 1st converter 211 shall perform a conversion process including nonlinear processing (for example, gamma correction and color correction), and the 2nd converter 212 shall perform a conversion process by linearity processing.

[0078]Drawing 5 is a flow chart which shows a flow of operation of the image capturing part 210 shown in drawing 4. Processing shown in this flow chart is performed by unillustrated CPU, for example based on a program stored in an unillustrated memory medium. First, in Step S501, the image capturing part 210 reads picture information from the recording medium 120.

[0079]In Step S502, the image capturing part 210 chooses a conversion mode based on directions given from directions which can be given from a user via a final controlling element which is not illustrated [ with which this device was equipped ], for example, or the information processor 200. In Step S503, processing is branched according to a selected conversion mode, if a conversion mode is the 1st mode, it will progress to Step S504, and if it is the 2nd mode, it will progress to Step S505.

[0080]In Step S504, picture information read from the recording medium 120 is changed by the 1st converter 211, and, on the other hand, this picture information is changed by the 2nd converter 212 at Step S505.

[0081]In Step S506, changed picture information is transmitted to the information processor 200.

[0082]Drawing 6 is a flow chart which shows a flow of operation of the information processor 200 shown in drawing 4. Processing shown in this flow chart is performed by unillustrated CPU, for example based on a program stored in an unillustrated memory medium.

[0083]First, in Step S601, the information processor 200 acquires characteristic information which shows the characteristic of the imaging device 100. This characteristic information is acquirable by choosing characteristic information of an imaging device which corresponds, for example based on information on a model given via the input part 220 out of two or more characteristic information beforehand stored in a memory in the information processor 200 about an imaging device of two or more models, for example.

[0084]In Step S602, the information processor 200 acquires conversion information which

shows the contents of the conversion process (image processing) in the image capturing part 210. When this conversion information installs a driver for connecting the image capturing part 210 and the information processor 210 in the information processor 200, for example, it is stored in a memory in the information processor 200.

[0085]In Step S603, the information processor 200 receives picture information from the image capturing part 210.

[0086]In Step S604, it judges whether a conversion mode of a conversion process by the image capturing part 210 is the 1st mode, or it is the 2nd mode, if it is the 1st mode, it will progress to Step S605, and if it is the 2nd mode, it will progress to Step S607. It carries out. When determining this conversion mode 210 by the image capturing part 210 side, it is desirable to acquire information which shows a conversion mode concerning that determination from the image capturing part 210. However, this information may be acquired from a user via the input part 220.

[0087]In Step S605, the information processor 200 determines a converting method at the time of changing picture information supplied from the image capturing part 210. Specifically, the information processor 200 determines a converting method based on conversion information (characteristic information acquired at Step S601 besides this conversion information if needed) acquired at Step S602. In order to secure linearity which is a precondition of an algorithm of restoration processing of the above-mentioned picture, a converting method determined here is a method of changing picture information so that a light exposure and a pixel value may become proportionality. An example is the same as that of a 1st embodiment.

[0088]In Step S606, picture information concerning reception is changed in accordance with a converting method determined at Step S605.

[0089]In Step S607, the degradation function  $H(u, v)$  is generated based on characteristic information of the imaging device 100 acquired at Step S301. A degradation function is explained in a column of a Prior art.

[0090]In Step S608, when a conversion mode is the 1st mode, From picture information (picture  $g(x, y)$ ) changed at the 1st mode step S606, when a conversion mode is the 2nd mode, From picture information (picture  $g(x, y)$ ) which received at Step S603, the picture  $f$  with little degradation ( $x, y$ ) is reproduced based on the degradation function  $H(u, v)$  generated at Step S607. Specifically, it is the same as that of a 1st embodiment.

[0091]As mentioned above, when a conversion mode at the time of changing picture information in the image capturing part 210 is chosen and a conversion process (conversion process containing non-linearity) is performed in the 1st mode. With the information processor 200, when the same processing as a 1st embodiment is performed and a conversion process (linear conversion process) is performed in the 2nd mode, with the information processor 200, the picture information itself which received from the image capturing part 210 is set as the

object of restoration processing.

[0092][A 3rd embodiment] Drawing 7 is a figure showing outline composition of an image processing system concerning a 3rd embodiment of this invention. The same numerals are given to the same component as a component of an image processing device concerning a 1st embodiment, and explanation is omitted.

[0093]A degradation parameter with which the imaging device 100 concerning this embodiment shows physical quantity of a phenomenon leading to degradation of a picture, for example. (for example, the direction of Bure, Bure's speed, etc.), and image pick-up conditions (for example, exposure time.) It has the imaging information Records Department 130 which a light exposure, distance to a photographic subject, a focal distance of a lens, etc. acquire information (following and degradation pertinent information information) relevant to degradation of a picture of characteristic information (for example, identification information of the optical characteristic of a lens, and an imaging device, etc.) of an imaging device, etc., and writes in the recording medium 120. Here, a degradation parameter is detected by an acceleration sensor etc., for example.

[0094]The image capturing part 210 reads this imaging information from the recording medium 120, for example, transmits it to the information processor 200 as additional information of picture information. The image capturing part 210 is provided with the memory 213 holding conversion information which specifies processing at the time of changing picture information, for example, transmits this conversion information to the information processor 200 as additional information of picture information.

[0095]That is, in this embodiment, the information processor 200 can acquire degradation pertinent information and conversion information from the image capturing part 210.

[0096]Drawing 8 is a flow chart which shows operation of the image capturing part 210 shown in drawing 7. Processing shown in this flow chart is performed by unillustrated CPU, for example based on a program stored in an unillustrated memory medium.

[0097]First, in Step S801, the image capturing part 210 reads picture information from the recording medium 120. In Step S802, the image capturing part 210 performs a conversion process to picture information. Processing (nonlinear conversion process) of a gamma correction, convert colors, etc. is included in this conversion process, for example. Here, a conversion process by the image capturing part 210 may be made selectable like a 2nd embodiment.

[0098]In Step S803, the image capturing part 210 reads degradation pertinent information from the recording medium 120. In Step S804, the image capturing part 210 reads conversion information held at the memory 213. Here, as mentioned above, when making selectable a conversion process by the image capturing part 210, information corresponding to a selected conversion process is read from the memory 213.

[0099]In Step S805, it adds to picture information by making degradation pertinent information and conversion information into additional information. If an example is given, generally, an image capturing part will change into a general-purpose format of TIFF form, JPEG form, etc. picture information read from a recording medium, and will transmit it to an information processor. Such a general-purpose format has many which have a header unit which can record additional information other than picture information. Then, imaging information and conversion information are recordable on this header unit.

[0100]In Step S806, picture information which added degradation pertinent information and conversion information is transmitted to the information processor 200. Degradation pertinent information and conversion information are not as additional information of picture information, and it may transmit to the information processor 200 separately.

[0101]Drawing 9 is a flow chart which shows a flow of operation of the information processor 200 shown in drawing 7. Processing shown in this flow chart is performed by unillustrated CPU based on a program stored in an unillustrated memory medium.

[0102]First, in Step S901, the information processor 200 receives picture information with additional information from the image capturing part 210. In Step S902, the information processor 200 extracts degradation pertinent information from picture information, and the information processor 200 extracts conversion information from picture information in Step S903.

[0103]In Step S903, the information processor 200 determines a converting method at the time of changing picture information supplied from the image capturing part 210. Specifically, the information processor 200 determines a converting method based on conversion information (imaging information acquired at Step S902 besides this conversion information if needed) acquired at Step S903. In order to secure linearity which is a precondition of an algorithm of restoration processing of the above-mentioned picture, a converting method determined here is a method of changing picture information so that a light exposure and a pixel value may become proportionality. An example is the same as that of a 1st embodiment.

[0104]In Step S905, picture information concerning reception is changed in accordance with a converting method determined at Step S904.

[0105]In Step S906, the degradation function  $H(u, v)$  is generated based on characteristic information of the imaging device 100 acquired at Step S902. A degradation function is explained in a column of a Prior art.

[0106]In Step S907, the picture  $f$  without degradation  $(x, y)$  is reproduced based on the degradation function  $H(u, v)$  generated at Step S906 from picture information (picture  $g(x, y)$ ) changed at Step S905. The picture  $f$  with little degradation  $(x, y)$  can be restored by multiplying Fourier transform  $G(u, v)$  of the picture  $g(x, y)$  by  $1/H(u, v)$ , specifically asking for Fourier transform  $F(u, v)$  of the picture  $f(x, y)$ , and carrying out Fourier inverse transform of the  $F(u,$

v).

[0107]Since according to this embodiment the information processor 200 acquires imaging information which the imaging device 100 generated via the image capturing part 210 and a degradation function is generated based on this imaging information, image restoration nearer to an ideal image can be obtained. Since the information processor 200 acquires conversion information from the image capturing part 210, it can respond to renewal of the image capturing part 210, change, etc. flexibly.

[0108][A 4th embodiment] This embodiment changes processing of the information processor 200 in the 1st thru/or a 3rd embodiment. Specifically, other image processing is added after drawing 3, drawing 6 or the restoration processing step S307 of drawing 9, S608, or S907. As this image processing (henceforth post-processing) to add, gamma correction, color correction, etc. are preferred. Below, this reason is explained.

[0109]According to the 1st thru/or a 3rd embodiment, the information processor 200 changes picture information which received into linear picture information. This conversion can raise the restoration effect as mentioned above. However, it returns to a state near a picture in the state where a picture rationalized by conversion process by the image capturing part 210 picturized in the imaging device 100 by this conversion by one side. That is, picture information changed in the information processor 200 is equivalent to a picture in the state where neither gamma correction nor color correction is made. Therefore, a picture concerning this picture information gives an as a whole very dark impression. Since a picture concerning this picture information is a picture in the state where the characteristic of the imaging device 100 is not amended, neither a color tone nor luminance distribution is rationalized.

[0110]Then, it is preferred by performing post-processing after restoration processing to solve this problem. As for this post-processing, it is preferred to consider it as processing in the image capturing part 210 and the same processing and to consider it as processing equivalent to inverse transformation of a conversion process (Step S305, S606, S905) in the information processor 200, if it puts in another way. As for this post-processing, it is preferred to acquire degradation pertinent information (especially photographing condition), and to optimize based on this imaging information. As for this post-processing, it is preferred to optimize also in consideration of characteristic information of the outputting part 240.

[0111]As for the contents of this post-processing, it is preferred to presume a degree and a kind (for example, Bure and a Japanese quince) of degradation based on degradation pertinent information (especially degradation parameter), and to change accommodative according to these. For example, since possibility that noise on which it is superimposed is loud is high when it is judged based on degradation pertinent information that a degree of degradation is large, it is preferred to, add noise rejection processing by a band pass filter as post-processing for example, etc. Since possibility that noise on which it is superimposed is

small is high on the other hand when it is judged that a degree of degradation is small, it is preferred to add edge enhancement processing etc. as post-processing, and to attain much more high definition-ization etc.

[0112]Embodiment] besides [In addition, even if it applies this invention to a system which comprises two or more apparatus, it may be applied to a device which consists of one apparatus.

[0113]It is the invention which an artificer whom a device or a method which comprises some components among the whole component which constitutes a device or a method concerning the above-mentioned embodiment also requires for this application meant.

[0114]A function of a device concerning the above-mentioned embodiment, A storage which recorded a program code is built into a system or a device fixed or temporarily, and it is attained also when a computer (or CPU or MPU) of the system or a device reads and executes a program code stored in this storage. the program code itself or this storage itself which was read from this storage here -- law -- the upper invention is constituted.

[0115]As a storage for supplying a program code, although a floppy disk, a hard disk, an optical disc, a magneto-optical disc, CD-ROM, CD-R, magnetic tape, a nonvolatile memory card, ROM, etc. are preferred, other devices are also employable, for example.

[0116]Only not only in when a characteristic function of this invention is realized by executing a program code which a computer read from a storage, Based on directions by the program code, a mode of operation which pays a part or all of processing that OS (operating system) etc. which are working on a computer are actual also belongs to a technical scope of this invention.

[0117]After a program code read from a storage is written in a memory with which a function expansion unit connected to an expansion board inserted in a computer or a computer was equipped, Based on directions of the program code, a mode of operation which pays a part or all of processing that CPU etc. with which the expansion board and function expansion unit were equipped are actual also belongs to a technical scope of this invention.

[0118]

[Effect of the Invention]According to this invention, high-definition image restoration can be obtained from a deteriorated image.

[0119]

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DESCRIPTION OF DRAWINGS**

---

**[Brief Description of the Drawings]**

[Drawing 1]It is a figure showing the outline composition of the image processing system concerning a 1st embodiment of this invention.

[Drawing 2]It is a flow chart which shows the flow of operation of the image capturing part shown in drawing 1.

[Drawing 3]It is a flow chart which shows the flow of operation of the information processor shown in drawing 1.

[Drawing 4]It is a figure showing the outline composition of the image processing system concerning a 2nd embodiment of this invention.

[Drawing 5]It is a flow chart which shows the flow of operation of the image capturing part shown in drawing 4.

[Drawing 6]It is a flow chart which shows the flow of operation of the information processor shown in drawing 4.

[Drawing 7]It is a figure showing the outline composition of the image processing system concerning a 3rd embodiment of this invention.

[Drawing 8]It is a flow chart which shows operation of the image capturing part shown in drawing 7.

[Drawing 9]It is a flow chart which shows the flow of operation of the information processor shown in drawing 7.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

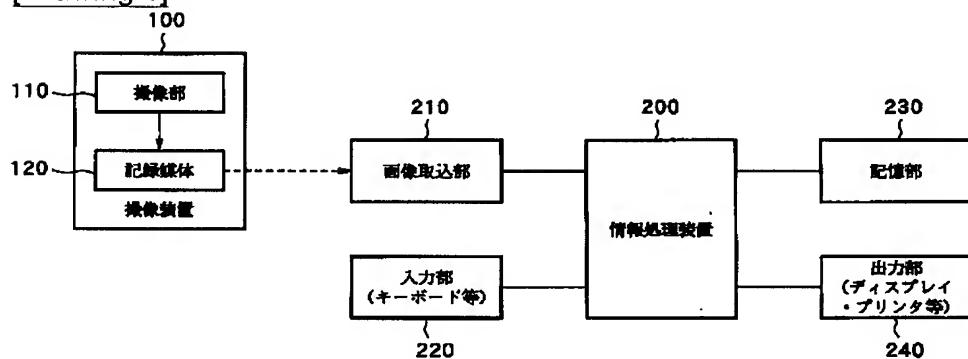
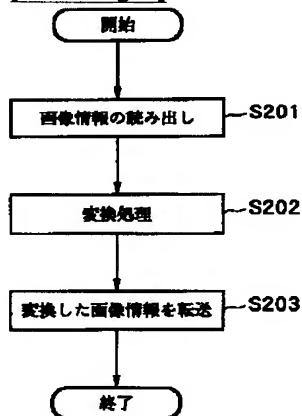
JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

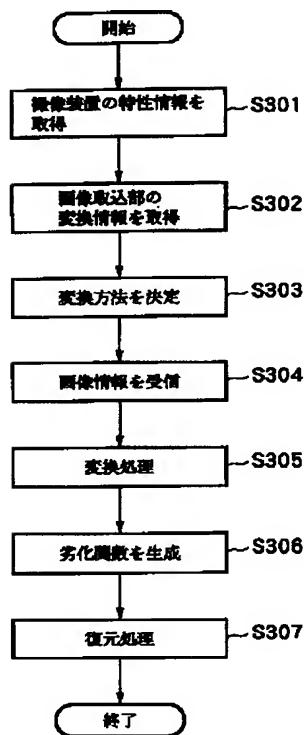
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

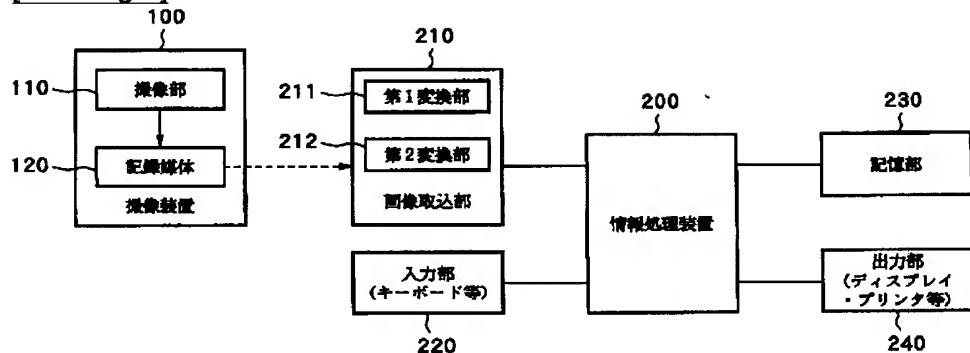
**DRAWINGS**

---

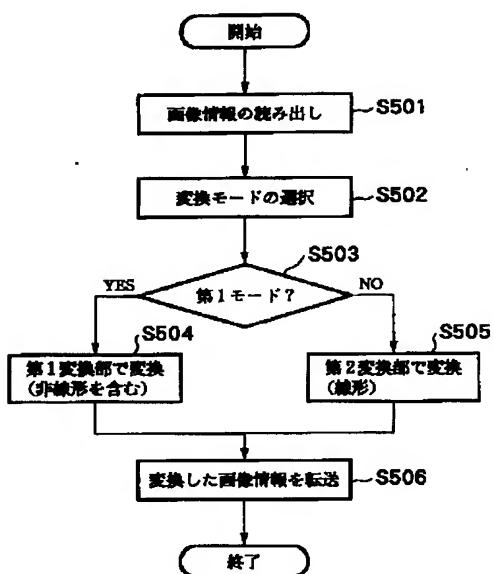
**[Drawing 1]****[Drawing 2]****[Drawing 3]**



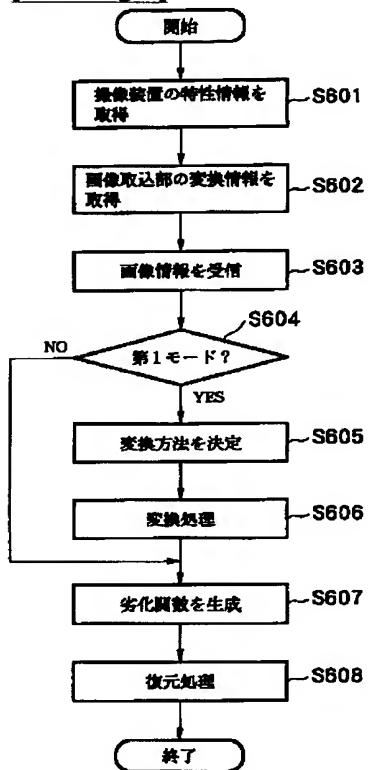
[Drawing 4]



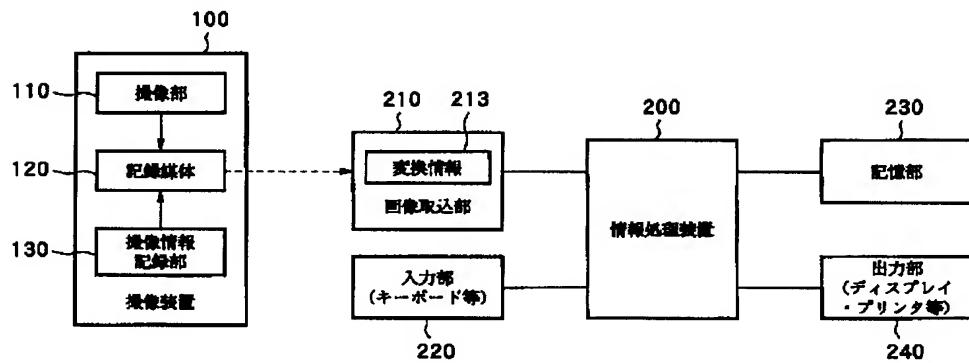
[Drawing 5]



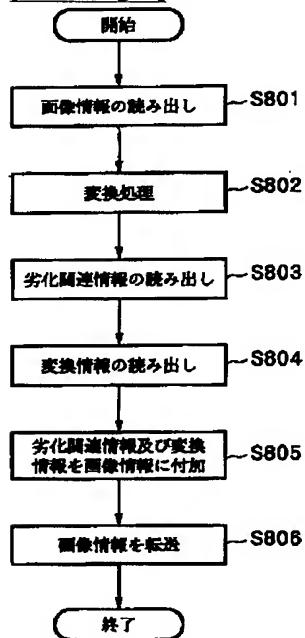
[Drawing 6]



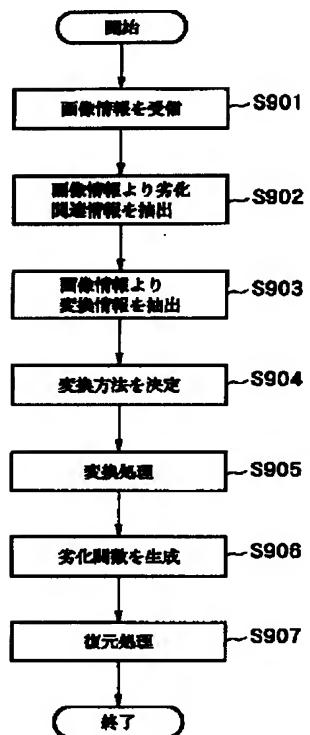
[Drawing 7]



[Drawing 8]



[Drawing 9]



---

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-20691

(P2000-20691A)

(43)公開日 平成12年1月21日 (2000.1.21)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

G 0 6 T 1/00  
H 0 4 N 1/40

識別記号

F I

テーマコード<sup>8</sup> (参考)

G 0 6 F 15/64  
H 0 4 N 1/40

4 0 0 E 5 B 0 4 7  
1 0 1 Z 5 C 0 7 7

審査請求 未請求 請求項の数33 O L (全 12 頁)

(21)出願番号 特願平10-186584

(22)出願日 平成10年7月1日 (1998.7.1)

(71)出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72)発明者 森野 崇志

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

(74)代理人 100076428

弁理士 大塚 康徳 (外2名)

F ターム(参考) 5B047 AA30 AB04

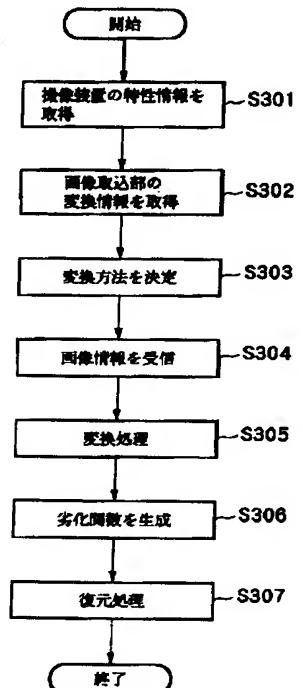
5C077 LL02 LL19 MM03 MP08 PP15

PP37 TT09

(54)【発明の名称】 画像処理装置及びその方法、撮像装置及びその制御方法並びにメモリ媒体

(57)【要約】

【課題】劣化画像から高品位の復元画像を得る。  
【解決手段】デジタルカメラ等の撮像装置から特性情報を取得し (S301)、画像取込部における変換処理 (γ補正、色変換等) の内容を示す変換情報を取得し (S302)、これらに基づいて入力画像の変換方法を決定し (S303)、その変換方法に従って変換する。決定される変換方法は、画像取込部における変換処理の逆変換処理に相当し、画像取込部で非線形の画像に変換された入力画像を線形 (露光時間と画素値とが比例) の画像に再変換する変換方法である。次いで、撮像装置の特性情報等に基づいて劣化関数を生成し (S306)、この劣化関数に基づいて、再変換に係る画像より復元画像を生成する (S307)。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 劣化画像を復元する画像処理装置であって、

撮像装置によって記録媒体に記録された劣化画像を画像取込手段が取り込んで所定の変換処理を施した画像を入力する入力手段と、

前記画像取込手段による変換処理の内容を考慮して、入力画像を処理して復元対象画像を生成する処理手段と、前記復元対象画像を復元して劣化の少ない画像を生成する復元手段と、

を備えることを特徴とする画像処理装置。

【請求項2】 前記画像取込手段による変換処理の内容を示す変換情報を前記画像取込手段から取得する取得手段を更に備えることを特徴とする請求項1に記載の画像処理装置。

【請求項3】 前記処理手段は、前記画像取込手段による変換処理の他、前記撮像装置による撮像の際の画像の劣化に関連する劣化関連情報を考慮して、入力画像を処理して復元対象画像を生成することを特徴とする請求項1に記載の画像処理装置。

【請求項4】 前記画像取込手段による変換処理の内容を示す変換情報及び前記劣化関連情報を前記画像取込手段から取得する取得手段を更に備えることを特徴とする請求項3に記載の画像処理装置。

【請求項5】 前記復元手段は、前記撮像装置による撮像の際の画像の劣化に関連する劣化関連情報を基づいて前記復元対象画像を復元する方法を決定することを特徴とする請求項1乃至請求項4のいずれか1項に記載の画像処理装置。

【請求項6】 前記復元手段は、前記変換情報及び前記撮像装置による撮像の際の画像の劣化に関連する劣化関連情報を基づいて、前記復元画像を復元する方法を決定することを特徴とする請求項1乃至請求項4のいずれか1項に記載の画像処理装置。

【請求項7】 前記劣化関連情報は、前記撮像装置により劣化画像と併せて前記記録媒体に記録され、前記画像取込手段により読み取られることを特徴とする請求項3乃至請求項6のいずれか1項に記載の画像処理装置。

【請求項8】 前記劣化関連情報は、前記撮像装置の特性情報を含むことを特徴とする請求項3乃至請求項7のいずれか1項に記載の画像処理装置。

【請求項9】 前記劣化関連情報は、画像の劣化の要因となる事象の物理量を示す劣化パラメータを含むことを特徴とする請求項3乃至請求項7のいずれか1項に記載の画像処理装置。

【請求項10】 前記劣化関連情報は、撮像条件を特定する情報を含むことを特徴とする請求項3乃至請求項7のいずれか1項に記載の画像処理装置。

【請求項11】 前記処理手段は、露光量と画素値との関係が線形になるように、入力画像を処理する手段を含

むことを特徴とする請求項1乃至請求項10のいずれか1項に記載の画像処理装置。

【請求項12】 前記処理手段は、前記画像取込手段による変換処理の逆変換に相当する変換処理を実行する手段を含むことを特徴とする請求項1乃至請求項10のいずれか1項に記載の画像処理装置。

10 【請求項13】 前記画像取込手段は、互いに異なる変換処理を実行する複数の変換手段を有し、前記記録媒体から取り込んだ劣化画像に対して前記複数の変換手段のいずれかにより変換処理を施すことを特徴とする請求項1乃至請求項12のいずれか1項に記載の画像処理装置。

【請求項14】 前記画像読込手段が有する複数の変換手段のうち変換処理に供する変換手段を選択する選択手段を更に備えることを特徴とする請求項13に記載の画像処理装置。

20 【請求項15】 前記処理手段は、前記画像読込手段が有する複数の変換手段のうち変換処理に供する変換手段による変換処理の内容を考慮して、入力画像を処理することを特徴とする請求項14に記載の画像処理装置。

【請求項16】 前記復元手段により復元された画像に対して、前記画像取込手段による変換処理の内容を考慮した画像処理を施す画像処理手段を更に備えることを特徴とする請求項1に記載の画像処理装置。

【請求項17】 前記復元手段により復元された画像に対して、前記画像取込手段による変換処理の内容及び前記撮像装置による撮像の際の画像の劣化に関連する劣化関連情報を考慮した画像処理を施す画像処理手段を更に備えることを特徴とする請求項1に記載の画像処理装置。

30 【請求項18】 劣化画像を復元する画像処理装置であって、

撮像装置によって記録媒体に記録された劣化画像を取り込んで所定の変換処理を施す画像取込手段と、前記画像取込手段による変換処理の内容を考慮して、前記画像取込手段により変換処理された画像を処理して復元対象画像を生成する処理手段と、前記復元対象画像を復元して劣化の少ない画像を生成する復元手段と、を備えることを特徴とする画像処理装置。

【請求項19】 劣化画像を復元する画像処理装置であって、

撮像装置によって撮像された劣化画像を入力する入力手段と、

前記撮像装置による撮像の際の画像の劣化に関連する劣化関連情報を考慮して、劣化画像を復元して劣化の少ない画像を生成する復元手段と、

を備えることを特徴とする画像処理装置。

【請求項20】 前記劣化関連情報は、前記撮像装置により劣化画像と併せて記録媒体に記録され、前記入力手

段により入力されることを特徴とする請求項19に記載の画像処理装置。

【請求項21】前記劣化関連情報は、前記撮像装置の特性情報を含むことを特徴とする請求項19又は請求項20に記載の画像処理装置。

【請求項22】前記劣化関連情報は、画像の劣化の要因となる事象の物理量を示す劣化パラメータを含むことを特徴とする請求項19乃至請求項21のいずれか1項に記載の画像処理装置。

【請求項23】前記劣化関連情報は、撮像条件を特定する情報を含むことを特徴とする請求項19乃至請求項22のいずれか1項に記載の画像処理装置。

【請求項24】撮像した画像を記録媒体に記録する画像記録手段と、

撮像の際の画像の劣化に関連する劣化関連情報を前記記録媒体に記録する情報記録手段と、

を備えることを特徴とする撮像装置。

【請求項25】前記劣化関連情報は、前記撮像装置の特性情報を含むことを特徴とする請求項24に記載の撮像装置。

【請求項26】前記劣化関連情報は、画像の劣化の要因となる事象の物理量を示す劣化パラメータを含むことを特徴とする請求項24又は請求項25に記載の撮像装置。

【請求項27】前記劣化関連情報は、撮像条件を特定する情報を含むことを特徴とする請求項24乃至請求項26のいずれか1項に記載の撮像装置。

【請求項28】劣化画像を復元する画像処理方法であって、

撮像装置によって記録媒体に記録された劣化画像を画像取込手段が取り込んで所定の変換処理を施した画像を入力する入力工程と、  
前記画像取込手段による変換処理の内容を考慮して、入力画像を処理して復元対象画像を生成する処理工程と、  
前記復元対象画像を復元して劣化の少ない画像を生成する復元工程と、

を含むことを特徴とする画像処理方法。

【請求項29】劣化画像を復元する画像処理方法であって、

撮像装置によって撮像された劣化画像を入力する入力工程と、

前記撮像装置による撮像の際の画像の劣化に関連する劣化関連情報を考慮して、劣化画像を復元して劣化の少ない画像を生成する復元工程と、

を含むことを特徴とする画像処理方法。

【請求項30】撮像装置の制御方法であって、

撮像した画像を記録媒体に記録する画像記録工程と、

撮像の際の画像の劣化に関連する劣化関連情報を前記記録媒体に記録する情報記録工程と、

を含むことを特徴とする撮像装置の制御方法。

【請求項31】劣化画像を復元する画像処理プログラムを格納したメモリ媒体であって、該画像処理プログラムが、

撮像装置によって記録媒体に記録された劣化画像を画像取込手段が取り込んで所定の変換処理を施した画像を入力する入力工程と、

前記画像取込手段による変換処理の内容を考慮して、入力画像を処理して復元対象画像を生成する処理工程と、  
前記復元対象画像を復元して劣化の少ない画像を生成する復元工程と、

を含むことを特徴とするメモリ媒体。

【請求項32】劣化画像を復元する画像処理プログラムを格納したメモリ媒体であって、該画像処理プログラムが、

撮像装置によって撮像された劣化画像を入力する入力工程と、

前記撮像装置による撮像の際の画像の劣化に関連する劣化関連情報を考慮して、劣化画像を復元して劣化の少ない画像を生成する復元工程と、

を含むことを特徴とするメモリ媒体。

【請求項33】撮像装置を制御するプログラムを格納したメモリ媒体であって、該プログラムが、

撮像した画像を記録媒体に記録する画像記録工程と、  
撮像の際の画像の劣化に関連する劣化関連情報を前記記録媒体に記録する情報記録工程と、

を含むことを特徴とするメモリ媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、画像処理装置及びその方法、撮像装置及びその制御方法並びにメモリ媒体に係り、特に、劣化画像を復元する画像処理装置及びその方法、該画像処理装置との組合せに好適な撮像装置及びその制御方法、並びに、これらの方法の実行を制御するためのメモリ媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】劣化画像（例えば、ブレ画像、ボケ画像）を復元して、劣化の少ない画像（理想画像）を生成する手法として、例えば、ウィーナーフィルタ、一般逆フィルタ、射影フィルタ等を適用して手法がある。これらの手法を適用するためには、まず、劣化関数を決定する必要がある。この劣化関数を決定する方法としては、撮影条件等の物理的要因から解析的に求めたり、撮影装置に備えられた測定装置（例えば、加速度センサ）の出力に基づいて推定する方法が理想的である。

【0003】以下に、劣化関数について説明する。まず、 $f(x, y)$ を理想画像、 $g(x, y)$ を劣化画像、 $h(x, y, x', y')$ を劣化関数、 $\nu(x, y)$ を出力画像におけるランダム雑音とすると、(1)式の関係があるものと仮定する。

【0004】

【数1】

$$g(x, y) = \iint h(x, y, x', y') f(x', y') dx' dy' + v(x, y)$$

… (1)

【0005】平行移動を除いて、点が劣化した像が該点の位置に存在しない場合、点広がり関数 (PSF: Point Spread Function)

$$g(x, y) = \iint h(x - x', y - y') f(x', y') dx' dy' + v(x, y)$$

… (2)

【0007】雑音がない場合は、(2)式の両辺をフーリエ変換し、置き込み定理を適用すると、(3)式が得られる。ここで、 $G(u, v)$ ,  $F(u, v)$ ,  $H(u, v)$  は、夫々  $g(x, y)$ ,  $f(x, y)$ ,  $h(x, y)$  のフーリエ変換である。

【0008】

【数3】

$$G(u, v) = H(u, v)F(u, v)$$

… (3)

【0009】 $H(u, v)$  は、理想画像  $f(x, y)$  を劣化画像  $g(x, y)$  に変換するシステムの伝達関数である。

【0010】以下に、一例として、カメラと風景（被写体）との間の相対的な運動による劣化（ブレ）における劣化モデルについて説明する。ここでは、この相対的な運動を除いて、カメラの撮像素子上における画像は時間的に不变であると仮定する。仮に、相対的な運動が平面※

$$\begin{aligned} G(u, v) &= \int dx \int dy \exp[-j2\pi(ux + vy)] \int_{-T/2}^{T/2} dt f(x - \alpha(t), y - \beta(t)) \\ &= \int_{-T/2}^{T/2} dt \int dx \int dy f(x - \alpha(t), y - \beta(t)) \exp[-j2\pi(ux + vy)] \end{aligned}$$

… (5)

【0014】ここで、 $x - \alpha(t) = \xi$ ,  $y - \beta(t) = \eta$  とおくと、(5)式は、(6)式のようになる。★

$$\begin{aligned} G(u, v) &= \int_{-T/2}^{T/2} dt \iint d\xi d\eta f(\xi, \eta) \times \exp[-j2\pi(u\xi + v\eta)] \exp[-j2\pi(\alpha(t)u + \beta(t)v)] \\ &= F(u, v) \int_{-T/2}^{T/2} \exp[-j2\pi(u\alpha(t) + v\beta(t))] dt = F(u, v)H(u, v) \end{aligned}$$

… (6)

【0016】(6)式より、劣化は、(3)式、又は、これと等価な(2)式でモデル化されることが判る。この劣化の伝達関数  $H(u, v)$  は、(7)式で与えられる。

【0017】

【数7】

$$H(u, v) = \int_{-T/2}^{T/2} \exp[-j2\pi(u\alpha(t) + v\beta(t))] dt$$

… (7)

【0018】この場合、 $x$ 軸に対して角度  $\theta$  の方向に一定の速度  $V$  で時間  $T$  の間、ブレが発生した場合の点応答

★【0015】

【数6】

関数は、(8)式で与えられる。

【0019】

【数8】

$$H(u, v) = \frac{\sin \pi \omega T}{\pi \omega}$$

… (8)

【0020】ここで、 $\omega$  は、(9)式で与えられる。

【0021】

【数9】

$$\omega = (u - u_0)V \cos \theta + (v - v_0)V \sin \theta$$

… (9)

50

【0022】また、 $u_0, v_0$ は、画像の中心座標である。なお、 $\omega$ が微小な時は、 $H(u, v) = T$ と近似される。

【0023】同様に、ボケによる劣化の劣化モデルについても関数によって表現することができる。例えば、ボケ現象が正規分布法則（ガウシアン）に沿うものとした場合、中心画素からの距離を $r$ 、正規分布法則の任意のパラメータを $\sigma^2$ とすると、劣化関数 $h(r)$ は、(10)式で与えられる。

【0024】

【数10】

$$h(r) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{r^2}{\sigma^2}\right)$$

… (10)

【0025】次に、逆フィルタによる劣化画像の復元について説明する。まず、劣化画像 $g(x, y)$ と理想画像 $f(x, y)$ が(2)式に示すモデルに従うものと仮定する。この時、雑音がないものとすると、 $g(x, y) = f(x, y) + h(x, y)$ のフーリエ変換は、(3)式を満たす。ここで、(3)式は、(11)式のように変形される。

【0026】

【数11】

$$F(u, v) = G(u, v) / H(u, v)$$

… (11)

【0027】(11)式より、 $H(u, v)$ が既知であれば、劣化画像のフーリエ変換 $G(u, v)$ に $1/H(u, v)$ を乗じて、これを逆フーリエ変換することによって、理想画像 $f(x, y)$ を復元することができることが判る。換言すると、フィルタの伝達関数は、 $1/H(u, v)$ である。

【0028】実際に、(3)式を適用する場合は、様々な問題がある。例えば、雑音を考慮した場合、(2)式は、(12)式のように書き換えられる。ここで、 $N(u, v)$ は、 $\nu(x, y)$ のフーリエ変換である。

【0029】

【数12】

$$G(u, v) = H(u, v)F(u, v) + N(u, v)$$

… (12)

【0030】(12)式で示されると、劣化画像のフーリエ変換に対してフィルタ( $1/H(u, v)$ )を作用させると、(13)式に示すようになる。

【0031】

【数13】

$$\frac{G(u, v)}{H(u, v)} = F(u, v) + \frac{N(u, v)}{H(u, v)}$$

… (13)

【0032】

【発明が解決しようとする課題】ここで、デジタルカメラによって記録された劣化画像をTWINドライバ等により制御される画像取込部によって情報処理装置に取り込み、その劣化画像を復元して理想画像を生成するシステムを考える。この場合、劣化画像の生成の過程をモデル化した劣化関数を決定し、ウィーナーフィルタ等の一般にデコンボリューションと呼ばれる画像復元アルゴリズムによって、劣化画像を復元する手法が最も復元効果が高いと考えられている。

【0033】しかしながら、従来は、劣化関数の決定に必要な劣化パラメータ（例えば、ブレによる劣化であれば、ブレの方向やブレの速度等）や撮像条件（露光時間、露光量等）等を考慮していなかったために、劣化画像の復元効果が十分ではなかった。

【0034】また、一般に、デジタルカメラを含むシステムでは、TWINドライバ等により制御される画像取込部によって画像を情報処理装置に取り込んで、画像出力装置（例えば、プリンタ、ディスプレイ等）に出力する。ここで、TWINドライバ等により制御される画像処理には、ガンマ補正や色変換等の処理が含まれるのが一般的である。しかしながら、ガンマ補正や色変換等は、非線形のシステムに属し、前述の画像復元アルゴリズムにおける前提であるLTI（線形、時間的に不变）システムに反する。すなわち、ガンマ補正や色変換がなされた劣化画像を復元すると、復元画像に非常に大きな雑音を重畳することになる。

【0035】本発明は、上記の背景に鑑みてなされたものであり、劣化画像から高品位の復元画像を得ることを目的とする。

【0036】

【課題を解決するための手段】本発明の1つの側面に係る画像処理装置は、劣化画像を復元する画像処理装置であって、撮像装置によって記録媒体に記録された劣化画像を画像取込手段が取り込んで所定の変換処理を施した画像を入力する入力手段と、前記画像取込手段による変換処理の内容を考慮して、入力画像を処理して復元対象画像を生成する処理手段と、前記復元対象画像を復元して劣化の少ない画像を生成する復元手段とを備えることを特徴とする。

【0037】上記の画像処理装置において、例えば、前記画像取込手段による変換処理の内容を示す変換情報を前記画像取込手段から取得する取得手段を更に備えることが好ましい。

【0038】上記の画像処理装置において、前記処理手段は、例えば、前記画像取込手段による変換処理の他、前記撮像装置による撮像の際の画像の劣化に関連する劣化関連情報を考慮して、入力画像を処理して復元対象画像を生成することが好ましい。

【0039】上記の画像処理装置において、例えば、前

記画像取込手段による変換処理の内容を示す変換情報及び前記劣化関連情報を前記画像取込手段から取得する取得手段を更に備えることが好ましい。

【0040】上記の画像処理装置において、前記復元手段は、例えば、前記撮像装置による撮像の際の画像の劣化に関連する劣化関連情報に基づいて前記復元対象画像を復元する方法を決定することが好ましい。

【0041】上記の画像処理装置において、前記復元手段は、例えば、前記変換情報及び前記撮像装置による撮像の際の画像の劣化に関連する劣化関連情報に基づいて、前記復元画像を復元する方法を決定することが好ましい。

【0042】上記の画像処理装置において、前記劣化関連情報は、例えば、前記撮像装置により劣化画像と併せて前記記録媒体に記録され、前記画像取込手段により読み取られることが好ましい。

【0043】上記の画像処理装置において、前記劣化関連情報は、例えば、前記撮像装置の特性情報を含むことが好ましい。

【0044】上記の画像処理装置において、前記劣化関連情報は、例えば、画像の劣化の要因となる事象の物理量を示す劣化パラメータを含むことが好ましい。

【0045】上記の画像処理装置において、前記劣化関連情報は、例えば、撮像条件を特定する情報を含むことが好ましい。

【0046】上記の画像処理装置において、前記処理手段は、例えば、露光量と画素値との関係が線形になるように、入力画像を処理する手段を含むことが好ましい。

【0047】上記の画像処理装置において、前記処理手段は、例えば、前記画像取込手段による変換処理の逆変換に相当する変換処理を実行する手段を含むことが好ましい。

【0048】上記の画像処理装置において、前記画像取込手段は、例えば、互いに異なる変換処理を実行する複数の変換手段を有し、前記記録媒体から取り込んだ劣化画像に対して前記複数の変換手段のいずれかにより変換処理を施すことが好ましい。

【0049】上記の画像処理装置において、例えば、前記画像読み込み手段が有する複数の変換手段のうち変換処理に供する変換手段を選択する選択手段を更に備えることが好ましい。

【0050】上記の画像処理装置において、前記処理手段は、例えば、前記画像読み込み手段が有する複数の変換手段のうち変換処理に供する変換手段による変換処理の内容を考慮して、入力画像を処理することが好ましい。

【0051】上記の画像処理装置において、例えば、前記復元手段により復元された画像に対して、前記画像取込手段による変換処理の内容を考慮した画像処理を施す画像処理手段を更に備えることが好ましい。

【0052】上記の画像処理装置において、例えば、前 50

記復元手段により復元された画像に対して、前記画像取込手段による変換処理の内容及び前記撮像装置による撮像の際の画像の劣化に関連する劣化関連情報を考慮した画像処理を施す画像処理手段を更に備えることが好ましい。

【0053】本発明の第2の側面に係る画像処理装置は、劣化画像を復元する画像処理装置であって、撮像装置によって記録媒体に記録された劣化画像を取り込んで所定の変換処理を施す画像取込手段と、前記画像取込手段による変換処理の内容を考慮して、前記画像取込手段により変換処理された画像を処理して復元対象画像を生成する処理手段と、前記復元対象画像を復元して劣化の少ない画像を生成する復元手段とを備えることを特徴とする。

【0054】本発明の第3の側面に係る画像処理装置は、劣化画像を復元する画像処理装置であって、撮像装置によって撮像された劣化画像を入力する入力手段と、前記撮像装置による撮像の際の画像の劣化に関連する劣化関連情報を考慮して、劣化画像を復元して劣化の少ない画像を生成する復元手段とを備えることを特徴とする。

【0055】本発明の第4の側面に係る撮像装置は、撮像した画像を記録媒体に記録する画像記録手段と、撮像の際の画像の劣化に関連する劣化関連情報を前記記録媒体に記録する情報記録手段とを備えることを特徴とする。

【0056】

【発明の実施の形態】以下、本発明の好適な実施の形態を説明する。

【0057】【第1の実施の形態】図1は、本発明の第1の実施の形態に係る画像処理システムの概略構成を示す図である。撮像装置100は、例えばデジタルカメラであり、撮像部110と記録媒体120とを備える。

【0058】撮像部110は、例えば、レンズ等の光学系、CCDセンサ等の撮像素子等で構成され、撮像した画像に係る画像情報を記録媒体120に記録する。記録媒体120は、例えば、ハードディスクやフラッシュメモリ等で構成される。

【0059】画像取込部210は、例えば、TWINドライバ等のドライバによって制御され、記録媒体120から画像情報を読み出して、その画像情報に係る画像に所定の画像処理を施して情報処理装置200に供給する。

【0060】一般には、画像取込部210における画像処理には、例えば、撮像装置100が単板のデジタルカメラであるとすると、色補間や光学的な補正等の処理も含まれる。しかしながら、ここでは、説明を簡略化するために、画像取込部210における画像処理として、ガンマ補正や色変換等の階調変換に関してのみ説明する。

【0061】情報処理装置200は、例えば、キーボー

ドやマウス等で構成される入力部220を介してユーザから与えられる指示に従って、画像取込部210から供給される画像情報に係る画像（劣化画像）を復元して、劣化の少ない画像を生成する。復元画像は、例えば、記録部230に保存されたり、出力部240に出力されたりする。出力部240としては、例えば、ディスプレイやプリンタが好適である。

【0062】図2は、画像取込部210の動作の流れを示すフローチャートである。なお、このフローチャートに示す処理は、例えば、不図示のメモリ媒体に格納されたプログラムに基づいて、不図示のCPUにより実行される。まず、ステップS201では、画像取込部210は、記録媒体120から画像情報を読み出す。この画像情報は、撮像の際に劣化した劣化画像の画像情報である。ステップS202では、画像取込部210は、画像情報に対して変換処理を施す。この変換処理には、例えば、ガンマ補正や色変換等の処理が含まれる。ステップS203では、画像取込部210は、変換した画像情報を情報処理装置200に転送する。

【0063】図3は、情報処理装置200の動作の流れを示すフローチャートである。なお、このフローチャートに示す処理は、不図示のメモリ媒体に格納されたプログラムに基づいて不図示のCPUにより実行される。

【0064】先ず、ステップS301では、情報処理装置200は、撮像装置100の特性を示す特性情報を取得する。この特性情報は、例えば、複数の機種の撮像装置について予め情報処理装置200内のメモリに格納された特性情報の中から、例えば、入力部220を介して与えられる機種の情報に基づいて、該当する撮像装置の特性情報を選択することにより取得することができる。

【0065】ステップS302では、情報処理装置200は、画像取込部210における変換処理の内容を示す変換情報を取得する。この変換情報は、例えば、画像取込部210と情報処理装置210とを接続するためのドライバを情報処理装置200にインストールする際に情報処理装置200内のメモリに格納される。

【0066】ステップS303では、情報処理装置200は、画像取込部210から供給される画像情報を変換する際の変換方法を決定する。具体的には、情報処理装置200は、ステップS302で取得した変換情報（必要に応じて、該変換情報の他、ステップS301で取得した特性情報）に基づいて変換方法を決定する。ここで決定される変換方法は、前述の画像の復元処理のアルゴリズムの前提条件である線形性を確保するために、露光量と画素値とが比例関係になるように画像情報を変換する方法である。

【0067】ここで、撮像装置の機種、画像取込部の機種、変換方法を対応させたテーブルを情報処理装置200に備えておき、撮像装置の機種及び画像取込部の機種を特定することにより、適切な変換方法を選択してもよ

い。なお、この変換方法は、ユーザによる指定に基づいて決定してもよい。

【0068】具体例として、画像取込部210側でガンマ補正を実行する場合における情報処理装置200側での変換処理の内容（変換方法）を説明する。撮像装置100の撮像部110から出力される画像（劣化画像）を $g(x, y)$ 、画像取込部210によるガンマ補正後の画像を $g_g(x, y)$ とすると、画像 $g_g(x, y)$ は、（13）式で表現される。

$$g_g(x, y) = g(x, y)^{-1/\gamma} \quad \cdots (14)$$

即ち、線形性を有する画像を得るためには、（14）式で示す処理の逆変換を実行すればよい。この逆変換により画像 $g_g(x, y)$ より画像 $g(x, y)$ を再生することができる。

【0069】また、画像取込部210側で色補正を実行する場合においては、情報処理装置200側では、該色補正による変換の逆変換を実行することにより、線形性を有する画像を得ることができる。当然のことながら、画像取込部210側で $\gamma$ 補正及び色補正の双方を実行する場合には、画像取込部200側では、該 $\gamma$ 補正による変換の逆変換及び該色補正による変換の逆変換を実行すればよい。なお、色補間等の階調変換以外の処理に関しては、考慮しなくてもよい。

【0070】以上のように、ステップS303では、例えば、画像取込部210による変換処理の逆変換に相当する変換方法を決定する。

【0071】ステップS304では、情報処理装置200は、画像取込部210より画像情報を受信する。ステップS305では、ステップS303で決定した変換方法に従って、受信に係る画像情報を変換する。

【0072】ステップS306では、ステップS301で取得した撮像装置100の特性情報に基づいて、劣化関数 $H(u, v)$ を生成する。なお、劣化関数に関しては、従来の技術の欄において説明されている。

【0073】ステップS307では、ステップS305で変換された画像情報（画像 $g(x, y)$ ）より、ステップS306で生成した劣化関数 $H(u, v)$ に基づいて、劣化のない画像 $f(x, y)$ を再生する。具体的には、画像 $g(x, y)$ のフーリエ変換 $G(u, v)$ に $1/H(u, v)$ を乗じて画像 $f(x, y)$ のフーリエ変換 $F(u, v)$ を求め、 $F(u, v)$ をフーリエ逆変換することにより、劣化の少ない画像 $f(x, y)$ を復元することができる。

【0074】【第2の実施の形態】図4は、本発明の第2の実施の形態に係る画像処理システムの概略構成を示す図である。なお、第1の実施の形態に係る画像処理装置の構成要素と同一の構成要素には同一の符号を付し、

説明を省略する。

【0076】この実施の形態に係る画像取込部210は、複数の変換部として、第1変換部211と第2変換部212とを備え、記録媒体120から読み出した画像情報を変換する際に使用する変換部を切り換えることができる。この切り換えは、例えば、画像取込部210に備えられた操作部を介してユーザから与えられる指示に従って行ってもよいし、情報処理装置200からの指示に従って行ってもよい。

【0077】ここでは、第1変換部211は、非線形処理（例えば、 $\gamma$ 補正や色補正）を含む変換処理を行い、第2変換部212は、線形処理による変換処理を行うものとする。

【0078】図5は、図4に示す画像取込部210の動作の流れを示すフローチャートである。なお、このフローチャートに示す処理は、例えば、不図示のメモリ媒体に格納されたプログラムに基づいて、不図示のCPUにより実行される。まず、ステップS501では、画像取込部210は、記録媒体120から画像情報を読み出す。

【0079】ステップS502では、画像取込部210は、例えば、該装置に備えられた不図示の操作部を介してユーザから与えられる指示又は情報処理装置200から与えられる指示に基づいて、変換モードを選択する。ステップS503では、選択された変換モードに従って処理を分岐し、変換モードが第1モードであればステップS504に進み、第2モードであればステップS505に進む。

【0080】ステップS504では、第1変換部211により、記録媒体120から読み出した画像情報を変換し、一方、ステップS505では、第2変換部212により該画像情報を変換する。

【0081】ステップS506では、変換された画像情報を情報処理装置200に転送する。

【0082】図6は、図4に示す情報処理装置200の動作の流れを示すフローチャートである。なお、このフローチャートに示す処理は、例えば、不図示のメモリ媒体に格納されたプログラムに基づいて、不図示のCPUにより実行される。

【0083】先ず、ステップS601では、情報処理装置200は、撮像装置100の特性を示す特性情報を取得する。この特性情報は、例えば、複数の機種の撮像装置について予め情報処理装置200内のメモリに格納された複数の特性情報の中から、例えば、入力部220を介して与えられる機種の情報に基づいて、該当する撮像装置の特性情報を選択することにより取得することができる。

【0084】ステップS602では、情報処理装置200は、画像取込部210における変換処理（画像処理）の内容を示す変換情報を取得する。この変換情報は、例えば、画像取込部210と情報処理装置200とを接続

するためのドライバを情報処理装置200にインストールする際に情報処理装置200内のメモリに格納される。

【0085】ステップS603では、情報処理装置200は、画像取込部210より画像情報を受信する。

【0086】ステップS604では、画像取込部210による変換処理の変換モードが第1モードであるか、第2モードであるかを判断し、第1モードであればステップS605に進み、第2モードであればステップS607に進む。する。なお、この変換モード210を画像取込部210側で決定する場合には、その決定に係る変換モードを示す情報を画像取込部210から取得することが望ましい。ただし、入力部220を介して該情報をユーザから得てもよい。

【0087】ステップS605では、情報処理装置200は、画像取込部210から供給される画像情報を変換する際の変換方法を決定する。具体的には、情報処理装置200は、ステップS602で取得した変換情報（必要に応じて、該変換情報の他、ステップS601で取得した特性情報）に基づいて変換方法を決定する。ここで決定される変換方法は、前述の画像の復元処理のアルゴリズムの前提条件である線形性を確保するために、露光量と画素値とが比例関係になるように、画像情報を変換する方法である。具体例は、第1の実施の形態と同様である。

【0088】ステップS606では、ステップS605で決定した変換方法に従って、受信に係る画像情報を変換する。

【0089】ステップS607では、ステップS301で取得した撮像装置100の特性情報に基づいて、劣化関数 $H(u, v)$ を生成する。なお、劣化関数に関しては、従来の技術の欄において説明されている。

【0090】ステップS608では、変換モードが第1モードである場合には、第1モードステップS606で変換された画像情報（画像 $g(x, y)$ ）より、変換モードが第2モードである場合には、ステップS603で受信した画像情報（画像 $g(x, y)$ ）より、ステップS607で生成した劣化関数 $H(u, v)$ に基づいて、劣化の少ない画像 $f(x, y)$ を再生する。具体的には、第1の実施の形態と同様である。

【0091】以上のように、画像取込部210において画像情報を変換する際の変換モードを選択し、第1モードで変換処理（非線形を含む変換処理）を実行した場合には、情報処理装置200では、第1の実施の形態と同様の処理を実行し、第2モードで変換処理（線形の変換処理）を実行した場合には、情報処理装置200では、画像取込部210から受信した画像情報を復元処理の対象とする。

【0092】【第3の実施の形態】図7は、本発明の第3の実施の形態に係る画像処理システムの概略構成を示す

図である。なお、第1の実施の形態に係る画像処理装置の構成要素と同一の構成要素には同一の符号を付し、説明を省略する。

【0093】この実施の形態に係る撮像装置100は、例えば、画像の劣化の要因となる事象の物理量を示す劣化パラメータ（例えば、ブレの方向、ブレの速度等）、撮像条件（例えば、露光時間、露光量、被写体までの距離、レンズの焦点距離等）、撮像装置の特性情報（例えば、レンズの光学的特性、撮像装置の識別情報等）等の、画像の劣化に関連する情報（以下、劣化関連情報情報）を取得して記録媒体120に書き込む撮像情報記録部130を備える。ここで、劣化パラメータは、例えば、加速度センサ等により検出される。

【0094】画像取込部210は、この撮像情報を記録媒体120から読出して、例えば画像情報の付加情報として、情報処理装置200に転送する。また、画像取込部210は、画像情報を変換する際の処理を特定する変換情報を保持するメモリ213を備え、例えば画像情報の付加情報として、この変換情報を情報処理装置200に転送する。

【0095】すなわち、この実施の形態では、情報処理装置200は、画像取込部210より劣化関連情報及び変換情報を取得することができる。

【0096】図8は、図7に示す画像取込部210の動作を示すフローチャートである。なお、このフローチャートに示す処理は、例えば、不図示のメモリ媒体に格納されたプログラムに基づいて、不図示のCPUにより実行される。

【0097】まず、ステップS801では、画像取込部210は、記録媒体120から画像情報を読み出す。ステップS802では、画像取込部210は、画像情報に対して変換処理を施す。この変換処理には、例えば、ガンマ補正や色変換等の処理（非線形の変換処理）が含まれる。ここで、第2の実施の形態のように、画像取込部210による変換処理を選択可能にしてもよい。

【0098】ステップS803では、画像取込部210は、記録媒体120から劣化関連情報を読み出す。ステップS804では、画像取込部210は、メモリ213に保持された変換情報を読み出す。ここで、前述のように、画像取込部210による変換処理を選択可能にする場合は、選択された変換処理に対応する情報をメモリ213から読み出す。

【0099】ステップS805では、劣化関連情報及び変換情報を付加情報として画像情報を付加する。具体例を挙げると、一般に、画像取込部は、記録媒体から読み出した画像情報をTIFF形式やJPEG形式等の汎用フォーマットに変換して情報処理装置に転送する。このような汎用フォーマットには、画像情報以外の付加情報を記録することができるヘッダ部を有するものが多い。そこで、このヘッダ部に撮像情報や変換情報を記録する

ことができる。

【0100】ステップS806では、劣化関連情報及び変換情報を付加した画像情報を情報処理装置200に転送する。なお、劣化関連情報及び変換情報は、画像情報の付加情報としてではなく、別個に情報処理装置200に転送してもよい。

【0101】図9は、図7に示す情報処理装置200の動作の流れを示すフローチャートである。なお、このフローチャートに示す処理は、不図示のメモリ媒体に格納されたプログラムに基づいて不図示のCPUにより実行される。

【0102】先ず、ステップS901では、情報処理装置200は、画像取込部210から付加情報付の画像情報を受信する。ステップS902では、情報処理装置200は、画像情報より劣化関連情報を抽出し、ステップS903では、情報処理装置200は、画像情報より変換情報を抽出する。

【0103】ステップS903では、情報処理装置200は、画像取込部210から供給される画像情報を変換する際の変換方法を決定する。具体的には、情報処理装置200は、ステップS903で取得した変換情報（必要に応じて、該変換情報の他、ステップS902で取得した撮像情報）に基づいて変換方法を決定する。ここで決定される変換方法は、前述の画像の復元処理のアルゴリズムの前提条件である線形性を確保するために、露光量と画素値とが比例関係になるように、画像情報を変換する方法である。具体例は、第1の実施の形態と同様である。

【0104】ステップS905では、ステップS904で決定した変換方法に従って、受信に係る画像情報を変換する。

【0105】ステップS906では、ステップS902で取得した撮像装置100の特性情報に基づいて、劣化関数H(u, v)を生成する。なお、劣化関数に関しては、従来の技術の欄において説明されている。

【0106】ステップS907では、ステップS905で変換された画像情報を(画像g(x, y))より、ステップS906で生成した劣化関数H(u, v)に基づいて、劣化のない画像f(x, y)を再生する。具体的には、画像g(x, y)のフーリエ変換G(u, v)に1/H(u, v)を乗じて画像f(x, y)のフーリエ変換F(u, v)を求め、F(u, v)をフーリエ逆変換することにより、劣化の少ない画像f(x, y)を復元することができる。

【0107】この実施の形態によれば、情報処理装置200は、画像取込部210を介して撮像装置100が生成した撮像情報を取得し、この撮像情報に基づいて劣化関数を生成するため、より理想画像に近い復元画像を得ることができる。また、情報処理装置200は、画像取込部210から変換情報を取得するため、画像取込部2

10の更新、変更等に柔軟に対応することができる。

【0108】[第4の実施の形態]この実施の形態は、第1乃至第3の実施の形態における情報処理装置200の処理を変更するものである。具体的には、図3、図6又は図9の復元処理ステップS307、S608又はS907の後に、他の画像処理を追加する。この追加する画像処理(以下、後処理という)としては、γ補正や色補正等が好適である。以下に、この理由を説明する。

【0109】第1乃至第3の実施の形態では、情報処理装置200は、受信した画像情報を線形の画像情報に変換する。この変換によって、前述のように、復元効果を高めることができる。しかし、一方で、この変換によって、画像取込部210による変換処理によって適正化された画像が、撮像装置100において撮像した状態の画像に近い状態に戻る。すなわち、情報処理装置200において変換された画像情報は、γ補正や色補正がなされていない状態の画像と等価である。そのため、この画像情報に係る画像は、全体として、非常に暗い印象を与える。また、この画像情報に係る画像は、撮像装置100の特性を補正していない状態の画像であるため、色調や輝度分布等が適正化されていない。

【0110】そこで、復元処理の後に、後処理を実行することにより、この問題を解決することが好ましい。この後処理は、画像取込部210における処理と同様の処理とすること、換言すると、情報処理装置200における変換処理(ステップS305、S606、S905)の逆変換に相当する処理とすることが好ましい。また、この後処理は、劣化関連情報(特に、撮影条件)を取得し、この撮像情報に基づいて最適化することが好ましい。また、この後処理は、出力部240の特性情報をも考慮して最適化することが好ましい。

【0111】更に、この後処理の内容は、劣化関連情報(特に、劣化パラメータ)に基づいて劣化の度合や種類(例えば、ブレやボケ)を推定して、これらに応じて適応的に変更することが好ましい。例えば、劣化関連情報に基づいて、劣化の度合が大きいと判断される場合には、重複される雑音が大きい可能性が高いため、例えば、バンドパスフィルタによる雑音除去処理を後処理として付加することなどが好適である。一方、劣化の度合が小さいと判断される場合は、重複される雑音が小さい可能性が高いため、エッジ強調処理等を後処理として付加し、一層の高画質化を図ることなどが好ましい。

【0112】[他の実施の形態]なお、本発明は、複数の機器から構成されるシステムに適用しても、一つの機器からなる装置に適用してもよい。

【0113】また、上記の実施の形態に係る装置又は方法を構成する構成要素の全体のうち一部の構成要素で構成される装置又は方法も、本件出願に係る発明者が意図した発明である。

【0114】また、上記の実施の形態に係る装置の機能

は、プログラムコードを記録した記憶媒体をシステム或いは装置に固定的又は一時的に組み込み、そのシステム或いは装置のコンピュータ(又はCPU若しくはMPU)が該記憶媒体に格納されたプログラムコードを読み出して実行することによっても達成される。ここで、該記憶媒体から読み出されたプログラムコード自体或いは該記憶媒体自体が法上の発明を構成する。

【0115】プログラムコードを供給するための記憶媒体としては、例えば、フロッピディスク、ハードディスク、光ディスク、光磁気ディスク、CD-ROM、CD-R、磁気テープ、不揮発性のメモリカード、ROM等が好適であるが、他のデバイスを採用することもできる。

【0116】また、コンピュータが記憶媒体から読み出したプログラムコードを実行することにより本発明の特有の機能が実現される場合のみならず、そのプログラムコードによる指示に基づいて、コンピュータ上で稼働しているOS(オペレーティングシステム)等が実際の処理の一部又は全部を負担する実施の態様も本発明の技術的範囲に属する。

【0117】さらに、記憶媒体から読み出されたプログラムコードが、コンピュータに挿入された機能拡張ボードやコンピュータに接続された機能拡張ユニットに備えられたメモリに書き込まれた後に、そのプログラムコードの指示に基づいて、その機能拡張ボードや機能拡張ユニットに備えられたCPU等が実際の処理の一部又は全部を負担する実施の態様も本発明の技術的範囲に属する。

【0118】

【発明の効果】本発明によれば、劣化画像から高品位の復元画像を得ることができる。

【0119】

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る画像処理システムの概略構成を示す図である。

【図2】図1に示す画像取込部の動作の流れを示すフローチャートである。

【図3】図1に示す情報処理装置の動作の流れを示すフローチャートである。

【図4】本発明の第2の実施の形態に係る画像処理システムの概略構成を示す図である。

【図5】図4に示す画像取込部の動作の流れを示すフローチャートである。

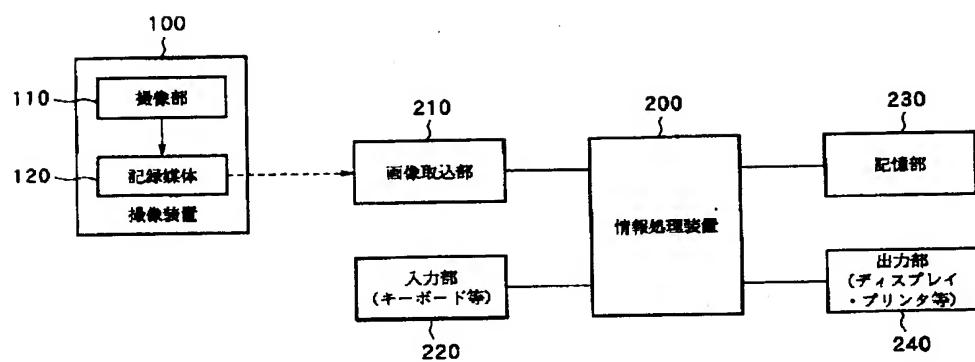
【図6】図4に示す情報処理装置の動作の流れを示すフローチャートである。

【図7】本発明の第3の実施の形態に係る画像処理システムの概略構成を示す図である。

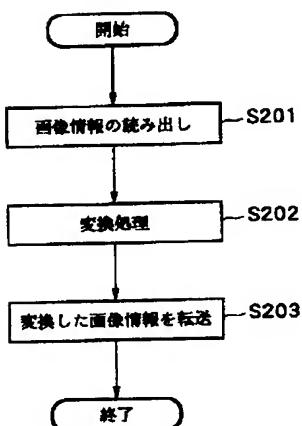
【図8】図7に示す画像取込部の動作を示すフローチャートである。

【図9】図7に示す情報処理装置の動作の流れを示すフローチャートである。

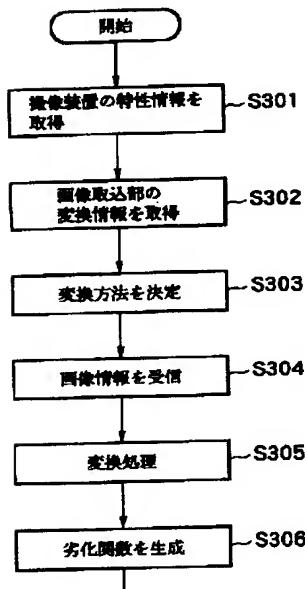
【図1】



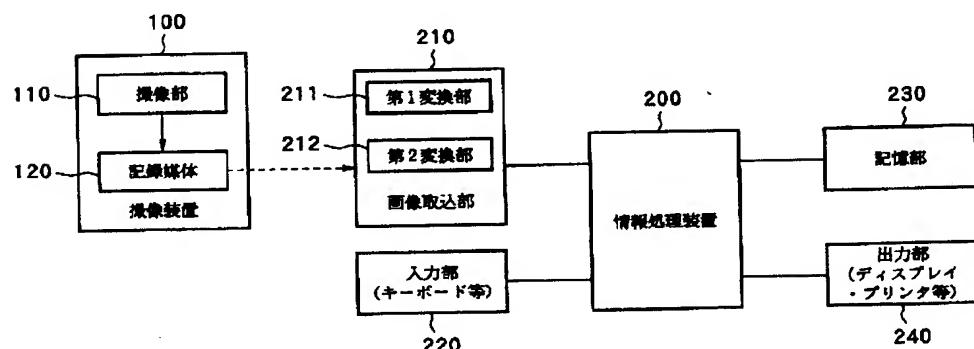
【図2】



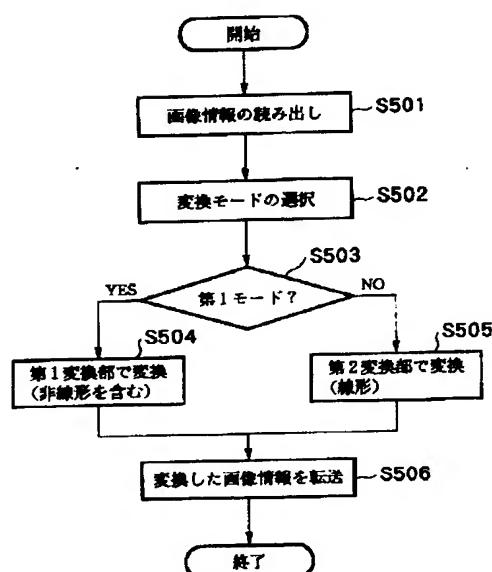
【図3】



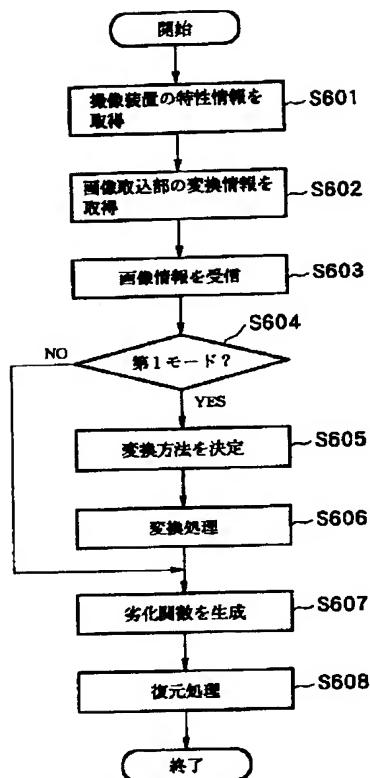
【図4】



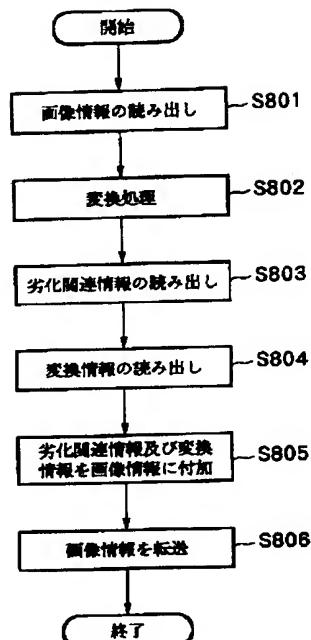
【図5】



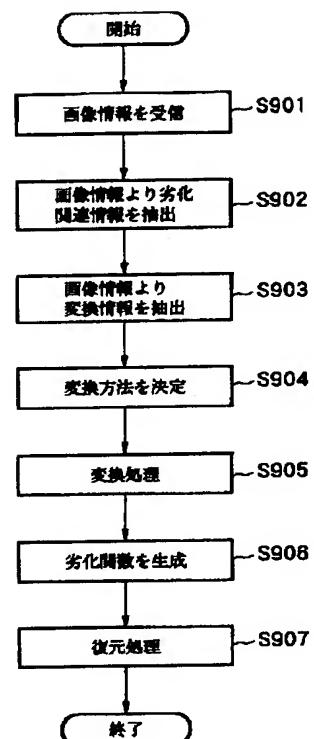
【図6】



【図8】



【図9】



【図7】

